



GUÍA PARA LA VERIFICACIÓN
**DE SISTEMAS DE CALENTAMIENTO
SOLAR PARA PROCESOS
INDUSTRIALES (SHIP)**

Primera edición: 15 de octubre de 2019

Organizaciones que colaboraron para la edición de este documento (en orden alfabético):

CENAM (Centro Nacional de Metrología),
CIMAV (Centro de Investigación en Materiales Avanzados),
CIO (Centro de Investigaciones en Óptica),
IER-UNAM (Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México),
INEEL (Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias),
PTB Instituto Nacional de Metrología de Alemania PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt)-
Instituto Nacional de Metrología de Alemania.



Autores:

Naghelli Ortega Avila, Guadalupe Moreno Quintanar, Iván Salgado Tránsito, Juan Rafael Ramírez Benitez, Amilcar Fuentes Toledo, Juan Carlos Molina Vázquez.

Asesor técnico:

Harald Drück

Coordinación:

Mahdha Flores Campos

Diseño:

Sk3 Estudio Creativo

Agradecemos el apoyo de Instituto Nacional de Metrología de Alemania PTB por financiar la elaboración de esta guía a través de las reuniones de trabajo y visitas de campo del Grupo I de la Iniciativa de Calor Solar.

Todos los derechos reservados.

Impreso y hecho en México

TABLA DE CONTENIDO

Lista de abreviaturas	2
Presentación	3
Exención de responsabilidad	4
1. Introducción	5
2. Objetivo y alcance de la Guía	6
2.1 Objetivo	6
2.2 Alcance	6
3. Preparación de la visita de verificación	7
3.1 Información a solicitar y revisar previa a la visita	7
3.2 Materiales e instrumentos	8
4. Verificación (durante la visita)	9
4.1 Datos generales y de proceso (Secciones 1 y 2 de la lista de verificación)	10
4.2 Recorrido	10
4.3 Campo de colectores solares (Sección 3 de la lista de verificación)	10
4.4 Intercambiadores de calor (Sección 4 de la lista de verificación)	18
4.5 Almacenamiento (Sección 5 de la lista de verificación)	22
4.6 Equipos auxiliares (Sección 6 de la lista de verificación)	27
4.7 Mantenimiento y seguridad (Sección 7 de la lista de verificación)	31
5. ¿Cómo reportar los resultados de la verificación?	34

LISTA DE ABREVIATURAS

ANES	Asociación Nacional de Energía Solar
CENAM	Centro Nacional de Metrología
CIATEQ	Centro de Tecnología Avanzada
CIMAV	Centro de Investigación en Materiales Avanzados
CIO	Centro de Investigaciones en Óptica
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
CPC	Concentrador Parabólico Compuesto
DAQ	Dispositivo de Adquisición de Datos
E-O	Este-Oeste
FIRCO	Fideicomiso de Riesgo Compartido
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, GmbH (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable)
IER-UNAM	Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México
INEEL	Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias
N-S	Norte-Sur
PIC	Circuito Integrado Programable
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Instituto Nacional de Metrología de Alemania)
RTD	Detector de Temperatura Resistivo
SHIP	Solar Heat for Industrial Processes (Calor Solar para Procesos Industriales)

PRESENTACIÓN

Esta guía ha sido preparada por el Grupo de Trabajo I “Normas, Regulaciones y Metrología” de la Iniciativa de Calor Solar para aplicar la lista de verificación de sistemas de calentamiento solar para procesos industriales.

La Iniciativa de Calor Solar es una plataforma multiactor con representación nacional de organismos gubernamentales, la academia, asociaciones industriales, y organizaciones no gubernamentales, así como por organismos internacionales. La Iniciativa de Calor Solar fue impulsada por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES) y la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México (GIZ), con el enfoque de eliminar las barreras al desarrollo de la energía solar térmica en México.

El Grupo de Trabajo I fue coordinado por el Centro Nacional de Metrología (CENAM) y el Instituto Nacional de Metrología de Alemania (PTB, por sus siglas en alemán); participaron activamente en las actividades para la elaboración de esta Guía y la lista de verificación correspondiente las siguientes instituciones (en orden alfabético):

ANES	(Asociación Nacional de Energía Solar),
CENAM	(Centro Nacional de Metrología),
CIATEQ	(Centro de Tecnología Avanzada),
CIMAV	(Centro de Investigación en Materiales Avanzados),
CIO	(Centro de Investigaciones en Óptica),
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía),
FIRCO	(Fideicomiso de Riesgo Compartido), hasta julio 2018,
IER-UNAM	(Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México),
INEEL	(Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias),
PTB	(Instituto Nacional de Metrología de Alemania) y el Dr. Harald Drück, experto en energía termosolar por el PTB.

EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD

Los textos que se presentan en este documento han sido preparados para efectos exclusivamente informativos y para referencia.

Ni las organizaciones ni las personas participantes en la elaboración de este documento, aceptan responsabilidad alguna por pérdidas o daños en ninguna persona o propiedad, que resulten del uso del material, instrucciones, datos, métodos o ideas aquí contenidos, o de la acción o abstención de acción que resultaren de tal uso.

INTRODUCCIÓN

El presente documento es una guía que, acompañada de la lista de verificación para sistemas de calentamiento solar, permite al usuario examinar que la instalación de sistemas de calentamiento solar para procesos industriales cumpla con los requisitos mínimos de seguridad y su operación. Va dirigida a integradores, técnicos, instaladores y usuarios de sistemas de calentamiento solar para procesos industriales.

La lista de verificación para sistemas de calentamiento solar está dividida en siete secciones.

- 1.- Datos generales.
- 2.- Proceso.
- 3.- Campo de colectores solares.
- 4.- Intercambiador de calor.
- 5.- Almacenamiento.
- 6.- Equipos auxiliares.
- 7.- Mantenimiento y Seguridad.



01



OBJETIVO Y ALCANCE DE LA GUÍA

2.1 OBJETIVO

Proporcionar una herramienta como guía para verificar el estado de las instalaciones de sistemas de calentamiento solar para procesos industriales.

2.2 ALCANCE

Esta guía solo aplica para la verificación de sistemas de calentamiento solar para procesos industriales.

Se pretende:

Verificar que la instalación y equipo recibido por el usuario sea un sistema funcional y garantice un correcto desempeño a nivel de seguridad y operación.

No se pretende evaluar el desempeño del sistema termosolar, pudiendo esto quedar a discreción de la persona que utiliza la lista de verificación.

La evaluación del rendimiento térmico no está considerada en esta verificación.

02

PREPARACIÓN DE LA VISITA DE VERIFICACIÓN

3.1 INFORMACIÓN A SOLICITAR Y REVISAR PREVIA A LA VISITA

Es recomendable recabar los datos generales y descripción del proceso de la empresa antes de acudir a la visita. Para ello utilice la sección 1 y 2 de la lista de verificación para sistemas de calentamiento solar.

a. Datos generales (Sección 1 de la lista de verificación):

- Empresa
- Ubicación
- Municipio, Estado, C.P.
- Actividad productiva
- Empresa que instaló el sistema térmico solar
- Comentarios adicionales (por ejemplo, datos del contacto de la empresa)

b. Datos del proceso (Sección 2 de la lista de verificación):

- Ramo de la empresa
- Periodo de operación del proceso
- Tiempo habitual de operación de caldera, sistema auxiliar, etc.
- Periodo de operación del campo solar
- Porcentaje de ahorro debido al uso del campo solar (%)
- Temperatura requerida (°C)
- Requerimiento energético (kJ)

c. Adicionalmente solicite la siguiente información para pre llenar los siguientes campos (Sección 3 de la lista de verificación):

- Tipo de colector
- Fluido de operación
- Caudal de operación
- Temperatura de entrada al campo
- Temperatura de salida del campo
- Presión de operación nominal
- Tipo de interconexión

d. Por último, solicite un diagrama del sistema de calentamiento solar, un diagrama del sistema de almacenamiento y un diagrama del sistema de interconexión.

Para que se familiarice con la lista de verificación para sistemas de calentamiento solar, y le resulte más sencillo el proceso de llenado, se recomienda leer completamente la guía para la verificación de sistemas de calentamiento solar para procesos industriales (SHIP) antes de realizar la visita a la empresa.

3.2 MATERIALES E INSTRUMENTOS

Prepárese con los siguientes materiales e instrumentos:

A. La lista de verificación para sistemas de calentamiento solar puede llevarse:

- impresa para facilitar el registro durante la evaluación de la instalación, o
- en formato electrónico PDF para registrar los datos usando una tableta o iPad (el formato puede obtenerlo en www.calorsolar.mx)

B. Durante la visita es recomendable usar casco, zapatos de uso industrial, lentes con protección UV, bloqueador solar, camisa de manga larga para garantizar su seguridad dentro de la instalación, así como cumplir las normas de seguridad de la empresa a visitar.

La siguiente lista contiene los instrumentos de medida recomendados para facilitar la verificación.

- Brújula para la determinación de la orientación del colector(es) solar(es).
- Flexómetro de alto alcance (puede ser de láser digital) para la determinación de áreas, la separación entre líneas de colectores en paralelo y la pendiente de los colectores solares si son de inclinación fija.
- Multímetro para verificar los dispositivos de medición eléctrica.
- Amperímetro de pinza para medir la corriente suministrada al calentador auxiliar si es eléctrico, sistemas de bombeo, etc.
- Termómetro digital tipo láser con intervalo de -20°C a 400°C para verificar las temperaturas en las superficies de las líneas de flujo, partes de los colectores solares y de los tanques de almacenamiento.
- Calibrador (vernier) para medir los espesores de los aislantes térmicos.
- Linterna para iluminar zonas oscuras donde se encuentren placas de instrumentos.
- Cámara fotográfica para documentar la visita de verificación.

Una buena práctica a recomendar para asegurar mediciones confiables, es que los instrumentos de medida utilizados estén calibrados (la calibración debe ser realizada por un laboratorio acreditado, quien emite el certificado de calibración del equipo). En esta guía el uso de instrumentos calibrados se considera opcional, considerando que los valores que reportan los instrumentos mencionados en el párrafo anterior representan datos de referencia y no son usados en cálculos de mediciones ni se está evaluando el rendimiento térmico del sistema.

VERIFICACIÓN (DURANTE LA VISITA)

El día de la visita inicie con una breve presentación sobre:

- Nombre y organización que representan los verificadores
- Objetivo de la verificación
- Explicación de cómo se realizará la visita, iniciando con una inspección del campo de colectores y posteriormente entrevista con el personal responsable asignado por la empresa.
- Fecha en que recibirán los resultados de la verificación.

En algunos casos los representantes de la empresa o del sistema a visitar desean dar una breve presentación de la empresa o sobre los beneficios del sistema SHIP. En este caso, permita que ellos inicien con su presentación, pero oriente al personal para que la información sea complementaria a lo que se solicite en la lista y evite que intenten explicar cómo funciona el sistema de calentamiento solar en ese momento.



04

4.1 DATOS GENERALES Y DE PROCESO (SECCIONES 1 Y 2 DE LA LISTA DE VERIFICACIÓN)

La mayoría de los datos solicitados en las secciones 1 y 2 son idealmente recabados durante la preparación antes de la visita. En caso que no cuente con la información completa, aproveche la presentación inicial descrita en el párrafo anterior para solicitar los datos faltantes en estas secciones de su lista.

Las posibles anomalías (fugas, óxido en tubería, corrosión, tubería maltratada, otro) y los comentarios del proceso (hallazgos generales) se deben verificar durante el recorrido.

4.2 RECORRIDO

Para la recopilación de la información se recomienda realizar un recorrido por el sistema de calentamiento solar a manera de verificación visual, sin apoyo de los responsables del sistema, para hacer un pre-llenado del formato de la lista de verificación. Posteriormente mediante una entrevista con el usuario/responsable del sistema se recaba únicamente la información faltante, es decir, la que no pudo ser obtenida durante el recorrido de verificación.

4.3 CAMPO DE COLECTORES SOLARES (SECCIÓN 3 DE LA LISTA DE VERIFICACIÓN)

El campo de colectores debería cumplir las especificaciones técnicas del diagrama o plano de instalación, así que se recomienda cotejar que el campo de colectores corresponde con lo especificado en la documentación y planos entregados a la empresa.

A continuación, se dan algunas instrucciones y sugerencias para llenar los campos de la lista que podrían causar confusión o dar lugar a interpretación. Los que no se mencionan es debido a que son claros por sí mismos.

Si tiene alguna duda con respecto al vocabulario solar, se recomienda consultar la norma NMX-ES-002-NORMEX-2007: Energía solar – Definiciones y Terminología.

En caso de que no se cuente con el dato para llenar un campo específico, favor de escribir “no disponible”.

Seguir el orden de la lista de verificación:

Campo de la lista	Información esperada
Presión	Especifique la clase de colectores instalados. Algunos ejemplos son: plano, de tubos evacuados, de canal parabólico, con lente Fresnel, tipo CPC, etc. Si hay más de un tipo de colector instalado, se deben reportar todos. Nota: Si existiera una duda sobre la clasificación de los colectores solares, puede consultar la norma NMX-ES-002-NORMEX-2007.
Marca	Especifique la marca del colector, la cual se puede encontrar en la etiqueta de identificación. Si existiera más de un tipo de colector instalado, se deben reportar todas las marcas.
Modelo	Especifique el modelo del colector, el cual se puede encontrar en la etiqueta de identificación. Si existiera más de un tipo de colector instalado, se deben reportar todos los modelos.
Área total de colectores	Indique en metros cuadrados el área total de los colectores. Considere que esta es el producto de la multiplicación del número de colectores por el área bruta de cada colector solar, la cual se obtiene de multiplicar la longitud por el ancho del colector (puede medirlos con el flexómetro de alto alcance).
Área de instalación	Indique en metros cuadrados el área en la que están instalados los colectores. Considere que esta es el área bruta o máxima expuesta de colectores y se obtiene de multiplicar la longitud total por el ancho total del campo de colectores (puede medirlos con el flexómetro de alto alcance).
Configuración del arreglo	Indique la organización de los colectores. Las configuraciones pueden ser: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Serie: si el flujo de salida de un colector va hacia la entrada del siguiente colector. ▪ Paralelo: cuando el flujo se divide entre dos o más colectores y se une a la salida de estos. ▪ Mixto: se presentan bloques de colectores en serie conectados a su vez en paralelo.

Campo de la lista	Información esperada
Orientación	Identifique hacia dónde se encuentra el norte geográfico (mediante el uso de la brújula) y establecer la orientación del campo de colectores, la cual puede ser: N-S: El campo de colectores cuenta con seguimiento solar continuo y rota sobre un eje horizontal norte-sur, es decir, está inclinado (o viendo) hacia el este o el oeste, y su eje de simetría está desviado 90° del sur geográfico. E-O: El campo de colectores puede tener o no seguimiento solar, está inclinado (o viendo) hacia el sur, su eje de simetría está completamente alineado con la línea norte-sur y, si cuenta con seguimiento solar, rota sobre un eje horizontal este-oeste. Si la orientación del campo de colectores solares no corresponde con ninguna de las dos orientaciones establecidas, llenar la siguiente casilla "Desviación del sur (acimut)".
Desviación del sur (acimut)	Si la orientación del campo de colectores no corresponde con la orientación norte-sur o este-oeste, se debe indicar su desviación (en grados) del sur geográfico. Para ello, utilice la brújula, alineándola al marco del colector solar.
Fluido de operación	Indique cuál es el fluido de operación en el circuito solar. Algunos comunes son: agua, aceite térmico, mezcla agua-anticongelante, etc.
Caudal de operación	Indique el caudal de operación, de preferencia de cada cabezal, si se trata de un sistema de configuración mixta.
Temperatura de entrada al campo	Indique la temperatura del fluido que entra al campo solar, proveniente del proceso, almacenamiento térmico o intercambiador de calor, dependiendo de la configuración del sistema.
Temperatura de salida del campo	Indique la temperatura del fluido que sale del campo solar, hacia el proceso, almacenamiento térmico o intercambiador de calor, dependiendo de la configuración del sistema.
Presión de operación nominal	Indique la presión de operación declarada por el instalador.
Tipo de interconexión	Indique cómo es la interconexión entre el campo de colectores solares y el proceso. En general, puede ser: <ul style="list-style-type: none"> Directa. Indirecta a través de intercambiador(es) de calor. Indirecta a través de almacenamiento térmico.
¿Existe sombreado sobre el campo de colectores?	Considerando los obstáculos existentes alrededor del campo de colectores solares, determine si podría existir sombreado en algún momento del día.
Especifique en qué periodo del día se tendría sombreado	Si la respuesta a la pregunta anterior fue afirmativa, indique el periodo del día en que el campo de colectores solares podría presentar sombreado. De ser posible, especifique la causa (paredes, árboles, edificios, etc.) en la casilla final de la sección: comentarios adicionales.

Sección 3.1 INSTRUMENTACIÓN EN EL CAMPO DE COLECTORES

Campo de la lista	Información esperada
Tipo de colector	Busque los instrumentos que miden presión, pueden ser sensores, transmisores, medidores analógicos, o manómetros de carátula con visualización. Especifique el tipo de instrumento que se utiliza para medir la presión en el circuito solar. Escriba las unidades e intervalo de medición de los instrumentos de medida de presión (bar, psi, kg/cm ²). Considere que deben ser acordes con la presión de operación del equipo.
Temperatura	Identifique los instrumentos de medición de temperatura, pueden ser sensores, transmisores, medidores analógicos, o de carátula. Considere que el instrumento de medida de temperatura debe ser acorde con el tipo de fluido que está midiendo (vapor, agua caliente, aceite térmico, etc.) Especifique el tipo de instrumento de medida de temperatura (termopares, termistores, RTD, etc.), así como el intervalo de medición de temperatura.
Flujo	Busque los instrumentos para medir caudal o flujo, generalmente volumétrico, pueden ser sensores que envían una señal a un sistema de adquisición o medidores de carátula. Considere que el medidor de flujo puede estar a la entrada o salida del circuito de calentamiento solar. Especifique el tipo de instrumento y su intervalo de operación (l/min, l/h, m ³ /h, etc.)
Radiación solar	Busque instrumentos como piranómetros, pirheliómetros, o sensores de luz solar.
Otros	Indique si están instalados otros sensores, como de velocidad o dirección del viento.

Sección 3.2 SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO DEL CAMPO DE COLECTORES SOLARES

Campo de la lista	Información esperada
Circuito hidráulico	De las variables que se monitorean, especifique también las unidades del valor que muestra el sensor. De preferencia, cancele las casillas de las variables que NO se monitorean, trazando una línea a través de la casilla correspondiente.

Campo de la lista	Información esperada
Recurso solar	De las variables que se monitorean, especifique también las unidades del valor que muestra el sensor. En el caso de radiación global inclinada, de ser posible, especifique su ángulo de inclinación. De preferencia, cancele las casillas de las variables que NO se monitorean, trazando una línea a través de la casilla correspondiente.
Sistema de seguimiento solar	Especifique el tipo de seguimiento solar (si existe), si los colectores solares son fijos, escriba "No aplica". Tome en cuenta que control de lazo abierto se refiere a que no existe retroalimentación de la señal, mientras que en el de lazo cerrado sí se tiene esta retroalimentación.
Circuito hidráulico	Las electroválvulas se podrían encontrar para controlar de manera automática la entrada del fluido a alguna sección del campo de colectores, generalmente tienen solo dos posiciones: abierto y cerrado. Tome en cuenta que para controlar el estancamiento, generalmente se tienen disipadores de calor o válvulas liberadoras de presión.

Sección 3.3 SISTEMA DE ACOPLAMIENTO AL PROCESO

En los campos de protección del campo de colección solar y sistema para paro de emergencia, solo se requiere seguir las instrucciones dadas en la lista de verificación.

Campo de la lista	Información esperada
Monitoreo	De las variables que se monitorean, especifique también las unidades del valor que muestra el sensor. De preferencia, cancele las casillas de las variables que NO se monitorean, trazando una línea a través de la casilla correspondiente.
Control	Sistema de DAQ se refiere a la existencia de un sistema de adquisición de datos, a donde los instrumentos de medida del campo mandan su señal. Un microcontrolador PIC es un circuito integrado programable que controla, sin necesidad de la adquisición de datos.
Hallazgos	Especifique cómo encontró el sistema de acoplamiento al proceso, su estado en general, si detecta alguna otra necesidad de monitoreo o control, etc.

Sección 3.4 SISTEMA DE SEGURIDAD DEL CAMPO DE COLECTORES

Campo de la lista	Información esperada
Válvula de alivio de presión	Considere que las válvulas de alivio de presión, también llamadas de seguridad, son dispositivos automáticos cuya función es permitir que escape cualquier exceso de presión generado dentro del circuito antes que dicha sobrepresión ponga en riesgo al personal, instalaciones o equipo. Debe asegurarse que realmente cumplan el objetivo de evitar sobrepresiones en el circuito de colector, es decir, que estén calibradas de acuerdo a la presión de operación del sistema. Otro aspecto importante es que las válvulas estén correctamente instaladas, de manera que el desfogue del fluido sea en dirección hacia el suelo o en dirección contraria al paso de personal para que no lo ponga en riesgo al momento de activarse. Finalmente, se debe revisar que la válvula de alivio de presión siempre esté operativa, es decir, que no pueda ser clausurada o sacada de proceso.
Válvula de aireación	Este es un dispositivo para la expulsión de gases en líquidos. Generalmente se encuentra en las partes más altas de las tuberías, donde hay giros. Considere que la válvula de aireación debe estar libre de obstáculos y seleccionada de acuerdo a las condiciones de operación del circuito.
Válvula anticongelante	Esta válvula se activa si la temperatura del fluido es muy baja, para evitar daño al equipo solar. Si no existe válvula anticongelante, observe si hay otra protección contra el congelamiento del fluido en tuberías, como algún sistema de recirculación, automático o manual. Considere que la protección contra congelamiento solo se requiere si el equipo está en zonas donde la temperatura ambiente llega a estar por debajo de 5°C.
Contraviento (anclaje)	Considere que la seguridad contraviento se refiere a cualquier medida aplicada para evitar daño a los colectores solares cuando existen altas ráfagas de viento. Entre los dispositivos que se pueden encontrar están sensores de velocidad del viento, estructuras de soporte especiales, sistema de control para abatir los colectores solares, etc.
Comentarios adicionales	Especifique algunos otros aspectos que haya encontrado en el sistema de seguridad del campo de colectores solares, como el estado de los componentes, su ubicación, accesibilidad, señalización, si se cuenta con alguna válvula de drenado, existencia de fugas, algunas recomendaciones, etc.

Sección 3.5 SISTEMA DE BOMBEO EN EL CAMPO DE COLECTORES

Especifique cuántas bombas hay en el circuito primario (es decir, del campo de colectores solares) y, para cada una de las bombas instaladas, proporcione la información indicada en la tabla siguiente:

Campo de la lista	Información esperada
Tipo de bomba	Por ejemplo, axial, horizontal, vertical, de recirculación, centrífuga, de engranes, de turbina, de desplazamiento positivo, electromagnética, etc.
Marca y modelo	Indicados por el fabricante.
Capacidad	Indique la capacidad declarada por el fabricante, generalmente se encuentra en la placa de especificaciones del equipo, como potencia del motor (kW, o HP), o caudal nominal (lpm, o m ³ /h).
Voltaje/Amperaje	Indique el voltaje/amperaje declarado por el fabricante. En caso de que lo mida con el multímetro y el amperímetro, indique que es una medición.
Sistema de bypass (mantenimiento)	Este sistema puede ser sustituido cuando se tienen bombas en paralelo para los momentos de reparación o mantenimiento. Indique si no tiene bypass, pero sí respaldo de bombeo. Considere que puede haber solo una bomba instalada y se requiere dejar de operar el equipo para darle mantenimiento.
Sistema automático de operación	Aquí se debe indicar cuándo se activa la bomba y si esto se realiza de manera manual o automática. En caso de ser automático, indicar cuáles son los criterios de encendido y apagado.

De preferencia, cancele las casillas que NO se hayan utilizado, trazando una línea a través de la casilla correspondiente.

Sección 3.6 SISTEMA ELÉCTRICO

En los campos que cuestionan: ¿El cableado presenta buen estado?, ¿El sistema eléctrico tiene protección térmica?, y ¿El cableado se encuentra dentro de un ducto o es de uso rudo? solo se requiere su confirmación y que conteste siguiendo las instrucciones dadas en la lista de verificación.

Sección 3.7 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN (DUCTOS Y TUBERÍAS)

El circuito primario es el circuito que pasa a través de los colectores, y el circuito auxiliar es el circuito que intercambia calor entre el circuito primario y el circuito a proceso, ya sea a través de intercambiadores de calor o almacenamiento térmico.

En el campo de material solo especifíquelo, y en los campos de aislamiento térmico, zonas sin aislar, anclaje de tuberías y fugas, solo se requiere declarar si existen o no.

Campo de la lista	Información esperada
Etiquetas	Los ductos y tuberías deben estar señalizados y deben tener flechas o indicaciones que resistan la intemperie.
Comentarios adicionales	Especifique algunos otros aspectos que haya encontrado en el sistema de distribución del campo de colectores solares, como el estado de los componentes, su ubicación, recomendaciones, etc.

De preferencia, si no existe alguno de los tres circuitos, cancele la sección completa, trazando una línea a través de la misma.

Sección 3.8 INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS

Campo de la lista	Información esperada
Inclinación de colectores solares (solo para colectores fijos)	Para cualquier tipo de colectores (fijos o con seguimiento) que estén sobre el techo de algún edificio, indicar adicionalmente la inclinación de la superficie donde están instalados.
Estructura de soporte	Indique si la estructura de soporte está anclada. Considere que el estado en general de la estructura se reporta en la sección 3.9.
Estado general de los colectores	El estado de los colectores puede afectar su operación y rendimiento. Indique cualquier hallazgo en el estado de los mismos, como: corrosión, ensuciamiento, desalineación de superficie reflectora o receptora, golpes o abolladuras en superficie reflectora, rompimiento de cubiertas, condensación en cubierta, estado de empaques, deformaciones, etc.

Sección 3.9 ESTRUCTURA DE SOPORTE

En los campos que cuestionan: ¿están bien fijados los soportes?, ¿la estructura presenta óxido?, ¿tiene un mecanismo para soportar vientos fuertes?, y ¿presenta alguna deformación? solo verifique su existencia y conteste siguiendo las instrucciones dadas en la lista de verificación.

Sección 3.10 TANQUE DE EXPANSIÓN

Campo de la lista	Información esperada
Existe tanque de expansión	El tanque de expansión es requerido en caso de que el circuito de colectores sea cerrado.
Capacidad del tanque	Llenar solo si la respuesta anterior fue afirmativa. Sino cancele la casilla trazando una línea a través de ella.

Sección 3.11 CRITERIOS ESPECÍFICOS

En los campos de calidad del colector, tubos al vacío, colector de placa plana, y concentrador solar, solo se requiere seguir las instrucciones dadas en la lista de verificación.

En la casilla de comentarios adicionales especifique algunos otros aspectos que haya encontrado en el campo de colectores solares en general, como el estado de los componentes, su ubicación, recomendaciones, etc.

De preferencia, cancele las secciones completas de los tipos de colectores que no se tengan en el campo de colectores solares, trazando una línea a través de las mismas.

4.4 INTERCAMBIADORES DE CALOR (SECCIÓN 4 DE LA LISTA DE VERIFICACIÓN)

Identificar el tipo de interconexión de los intercambiadores de calor a proceso y, de preferencia, verificar que corresponden con lo especificado en los planos entregados por el cliente.

Si no existiera ningún intercambiador de calor entre el campo de colectores solares y el almacenamiento térmico o el proceso, especifíquelo en la casilla "sin intercambiador", cancele completamente la sección 4 de la lista de verificación trazando una línea a través de las casillas correspondientes, y siga con la sección 5 Almacenamiento.

En caso de que no se cuente con el dato para llenar un campo específico, favor de escribir "no disponible".

Seguir el orden de la lista de verificación que se describe a continuación, registrando la siguiente información para cada intercambiador de calor existente:

Campo de la lista	Información esperada
Identificación	Número o clave de identificación asignado por la empresa o diseñador del sistema.
Tipo	Indique el tipo de intercambiador, el cual puede ser de tubos y coraza, de placas, de serpentín, etc. De ser posible, especifique si su configuración es a contraflujo o en paralelo.
Marca y modelo	Datos del fabricante
Fluidos de trabajo	Especifique cuáles son los fluidos que entran al intercambiador de calor. Considere que pueden ser dos fluidos diferentes.
Capacidad	Especifique la capacidad del intercambiador de calor de acuerdo a lo indicado por el fabricante o la información de placa.

Campo de la lista	Información esperada
Temperatura máxima	Especifique cuál es la temperatura máxima con la que trabaja el intercambiador. Si el operario no cuenta con este dato, puede medir la temperatura en la línea de salida del fluido caliente con el termómetro digital y reportar este valor, puntualizando que fue medido.
Aislamiento (material y espesor)	Especifique el material y espesor usado para lograr el aislamiento térmico, para medirlo use el calibrador (vernier). Considere que no siempre se podrá visualizar el espesor del aislamiento. Si tiene alguna cubierta indique material y espesor, medido con el calibrador (vernier), si es posible.
¿Presenta fugas?	Indique si presenta derrames de fluidos y si estos derrames provienen del intercambiador. Considere revisar las uniones con la tubería de entrada y salida.
¿Presenta deformaciones?	Indique si presenta alguna deformación.

De ser posible, realice un pequeño diagrama para especificar la localización de los intercambiadores de calor, con respecto al campo de colectores solares y el proceso.

Sección 4.1 INSTRUMENTACIÓN DE INTERCAMBIADORES DE CALOR

Especifique la cantidad, modelo y capacidad de los siguientes instrumentos de medida en el intercambiador:

Campo de la lista	Información esperada
Presión	Busque los instrumentos que miden presión, pueden ser sensores, transmisores, medidores analógicos, o manómetros de carátula con visualización. Especifique el tipo de instrumento que se utiliza para medir la presión de los intercambiadores de calor. Escriba las unidades e intervalo de medición de los instrumentos de medida de presión (bar, psi, kg/cm ²). Considere que deben ser acordes con la presión de operación del equipo.
Temperatura	Identifique los instrumentos de medición de temperatura, pueden ser sensores, transmisores, medidores analógicos, o de carátula. Considere que el instrumento de medida de temperatura debe ser acorde con el tipo de fluido que está midiendo (vapor, agua caliente, aceite térmico, etc.) Especifique el tipo de instrumento de medida de temperatura (termopares, termistores, RTD, etc.), así como el intervalo de medición de temperatura.

Campo de la lista	Información esperada
Flujo	<p>Busque los instrumentos para medir caudal o flujo, generalmente volumétrico, pueden ser sensores que envían una señal a un sistema de adquisición o medidores de carátula.</p> <p>Considere que un intercambiador de calor presenta la interacción de dos fluidos, por lo que se esperan dos mediciones de flujo, o más.</p> <p>Además, puede ser que el medidor se encuentre lejos del intercambiador, pero tomando la medición correspondiente al fluido de entrada o salida del equipo.</p> <p>Especifique el tipo de instrumento y su intervalo de operación (l/min, l/h, m³/h, etc.)</p>

Sección 4.2 VÁLVULAS DE SEGURIDAD

Especifique los datos de los dispositivos de seguridad que se encuentren en los intercambiadores de calor. En caso de no contar con alguno de ellos, indique que no se cuenta con dicho elemento de seguridad, para ello escriba "no disponible".

Campo de la lista	Información esperada
Válvula de alivio de presión	<p>Considere que las válvulas de alivio de presión, también llamadas de seguridad, son dispositivos automáticos cuya función es permitir que escape cualquier exceso de presión generado dentro del circuito de intercambio de calor, antes que dicha sobrepresión ponga en riesgo al personal, instalaciones o equipo.</p> <p>Debe asegurarse que realmente cumplan el objetivo de evitar sobrepresiones en el circuito, es decir, que estén calibradas de acuerdo a la presión de operación del sistema.</p> <p>Otro aspecto importante es que las válvulas estén correctamente instaladas, de manera que el desfogue del fluido sea en dirección hacia el suelo o en dirección contraria al paso de personal para que no lo ponga en riesgo al momento de activarse.</p> <p>Finalmente, se debe revisar que la válvula de alivio de presión siempre esté operativa, es decir, que no pueda ser clausurada o sacada de proceso.</p>
Válvula de aireación	<p>Este es un dispositivo para la expulsión de gases en líquidos. Generalmente se encuentra en las partes más altas de las tuberías, donde hay giros.</p> <p>Considere que la válvula de aireación debe estar libre de obstáculos y seleccionada de acuerdo a las condiciones de operación del circuito.</p>

Campo de la lista	Información esperada
Comentarios adicionales	Especifique algunos otros aspectos que haya encontrado en el sistema de seguridad de los intercambiadores de calor, como el estado de los componentes, su ubicación, accesibilidad, señalización, si se cuenta con alguna válvula de drenado, existencia de fugas, algunas recomendaciones, etc.

Sección 4.3 SISTEMA DE BOMBEO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR

Especifique cuántas bombas hay en el circuito de intercambio de calor y, para cada una de las bombas instaladas, proporcione la información indicada en la tabla siguiente:

Campo de la lista	Información esperada
Tipo de bomba	Por ejemplo, axial, horizontal, vertical, de recirculación, centrífuga, de engranes, de turbina, de desplazamiento positivo, electromagnética, etc.
Marca y modelo	Indicados por el fabricante.
Capacidad	Indique la capacidad declarada por el fabricante, generalmente se encuentra en la placa de especificaciones del equipo, como potencia del motor (kW, o HP), o caudal nominal (lpm, o m ³ /h).
Voltaje/Amperaje	Indique el voltaje/amperaje declarado por el fabricante. En caso de que lo mida con el multímetro y el amperímetro, indique que es una medición.
Sistema de bypass (mantenimiento)	Este sistema puede ser sustituido cuando se tienen bombas en paralelo para los momentos de reparación o mantenimiento. Indique si no tiene bypass, pero sí respaldo de bombeo. Considere que puede haber solo una bomba instalada y se requiere dejar de operar el equipo para darle mantenimiento.
Sistema automático de operación	Aquí se debe indicar cuándo se activa la bomba y si esto se realiza de manera manual o automática. En caso de ser automático, indicar cuáles son los criterios de encendido y apagado.

De preferencia, cancele las casillas que NO se hayan utilizado, trazando una línea a través de la casilla correspondiente.

Finalmente, llene la casilla de comentarios adicionales, con cualquier hallazgo que le parezca relevante sobre los intercambiadores de calor.

4.5 ALMACENAMIENTO (SECCIÓN 5 DE LA LISTA DE VERIFICACIÓN)

El objetivo de esta sección es determinar, por un lado, las características generales del sistema de almacenamiento térmico, y por el otro evaluar su arreglo hidráulico y su grado de instrumentación, además de verificar el cumplimiento de requerimientos básicos de operación, seguridad y calidad.

Si no existiera ningún sistema de almacenamiento térmico entre el campo de colectores solares y el proceso, cancele completamente la sección 5 de la lista de verificación, trazando una línea a través de las casillas correspondientes, y siga con la sección 6 Equipos auxiliares.

En caso de que no se cuente con el dato para llenar un campo específico, favor de escribir "no disponible".

Seguir el orden de la lista de verificación que se describe a continuación, indicando para cada sistema de almacenamiento:

Campo de la lista	Información esperada
Identificación	Especifique la información que presente la etiqueta del dispositivo de almacenamiento, como número de serie, identificación de la empresa, etc. Si no cuenta con ninguna especificación, anote "Sin identificación".
Marca y modelo	Indicados por el fabricante.
¿Incluye sistema para estratificación?	El objetivo de esta pregunta es conocer si existe algún mecanismo para provocar un gradiente térmico en el tanque de almacenamiento, si la respuesta es afirmativa anote "SÍ", si el tanque se encuentra mezclado, anote "NO". Si el tipo de almacenamiento no es un tanque anote "No aplica" y salte hasta la casilla de capacidad.
Si la respuesta es afirmativa, especifique las temperaturas	Indique el intervalo de temperatura de operación del sistema en grados Celsius, anotando los valores de temperatura mínimo, medio y máximo de operación. Si el operario no cuenta con estos datos, puede medir la temperatura en cada zona del tanque de almacenamiento con el termómetro digital y reportar estos valores, puntualizando que fueron medidos.
Si la respuesta es negativa, especifique la temperatura promedio	Indique el valor de temperatura promedio de operación del sistema en grados Celsius. Si el operario no cuenta con este dato, puede medir la temperatura en el tanque de almacenamiento con el termómetro digital y reportar este valor, puntualizando que fue medido.
Capacidad	Especifique la capacidad de almacenamiento del sistema en unidades de litros o metros cúbicos.

Campo de la lista	Información esperada
Número de unidades	Especifique el número de unidades del sistema de almacenamiento. Considere a cada tanque como una unidad.
¿Cuenta con purga?	Indique si cuenta o no con sistema de purga. Considere que este sistema está ubicado convencionalmente debajo del tanque.
Configuración	Indique si el sistema de almacenamiento se encuentra en serie o paralelo con el circuito de calentamiento solar.
Tipo	Indique el tipo de mecanismo de almacenamiento térmico de acuerdo a su principio de funcionamiento: por calor sensible, cambio de fase (calor latente) o reacción termoquímica.
Configuración del tanque	Especifique si el termo tanque se encuentra instalado en posición vertical u horizontal.
Fluido de trabajo	Especifique si el fluido que se almacena es agua, aceite, mezcla de sales, aire o algún otro.
Presión de operación	Especifique la presión de operación nominal del sistema de almacenamiento en unidades de kg/cm ² , psi, o bares.
Aislamiento (material)	Especifique el material de aislamiento térmico. Si tiene alguna cubierta, también indique este material.
Espesor	Especifique el espesor del material usado para lograr el aislamiento térmico, para medirlo use el calibrador (vernier). Considere que no siempre se podrá visualizar el espesor del aislamiento. Si tiene alguna cubierta indique su espesor, medido con el calibrador (vernier), si es posible.

Sección 5.1 INSTRUMENTACIÓN EN ALMACENAMIENTO

Especifique la cantidad, modelo y capacidad de los siguientes instrumentos de medida en el sistema de almacenamiento, así como las condiciones en que se encuentra:

Campo de la lista	Información esperada
Presión	<p>Busque los instrumentos que miden presión, pueden ser sensores, transmisores, medidores analógicos, o manómetros de carátula con visualización. Especifique el tipo de instrumento que se utiliza para medir la presión de los tanques de almacenamiento.</p> <p>Escriba las unidades e intervalo de medición de los instrumentos de medida de presión (bar, psi, kg/cm²).</p> <p>Considere que deben ser acordes con la presión de operación del equipo.</p>
Temperatura	<p>Identifique los instrumentos de medición de temperatura, pueden ser sensores, transmisores, medidores analógicos, o de carátula.</p> <p>Considere que el instrumento de medida de temperatura debe ser acorde con el tipo de fluido que está midiendo (vapor, agua caliente, aceite térmico, etc.)</p> <p>Especifique el tipo de instrumento de medida de temperatura (termopares, termistores, RTD, etc.), así como el intervalo de medición de temperatura.</p>
Flujo	<p>Busque los instrumentos para medir caudal o flujo, generalmente volumétrico, pueden ser sensores que envían una señal a un sistema de adquisición o medidores de carátula. Considere que el medidor de flujo puede estar a la entrada o salida del equipo.</p> <p>Especifique el tipo de instrumento y su intervalo de operación (l/min, l/h, m³/h, etc.)</p>

Sección 5.2 VÁLVULAS DE SEGURIDAD

Especifique los datos de las válvulas de seguridad que se encuentren en los equipos de almacenamiento térmico. En caso de no contar con alguno de ellos, indique que no se cuenta con dicho elemento de seguridad, para ello escriba "no disponible".

Campo de la lista	Información esperada
Válvula de alivio de presión	<p>Considere que las válvulas de alivio de presión, también llamadas de seguridad, son dispositivos automáticos cuya función es permitir que escape cualquier exceso de presión generado dentro del termo tanque antes que dicha sobrepresión ponga en riesgo al personal, instalaciones o equipo.</p> <p>Debe asegurarse que realmente cumplan el objetivo de evitar sobrepresiones en el termo tanque, es decir, que estén calibradas de acuerdo a la presión de operación del equipo.</p> <p>Otro aspecto importante es que las válvulas estén correctamente instaladas, de manera que el desfogue del fluido sea en dirección hacia el suelo o en dirección contraria al paso de personal para que no lo ponga en riesgo al momento de activarse.</p> <p>Finalmente, se debe revisar que la válvula de alivio de presión siempre esté operativa, es decir, que no pueda ser clausurada o sacada de proceso.</p>

Campo de la lista	Información esperada
Válvula de aireación	<p>Este es un dispositivo para la expulsión de gases en líquidos. Generalmente se encuentra en las partes más altas de las tuberías, donde hay giros.</p> <p>Considere que la válvula de aireación debe estar libre de obstáculos y seleccionada de acuerdo a las condiciones de operación del circuito o equipo.</p>
Válvula anticongelante	<p>Esta válvula se activa si la temperatura del fluido es muy baja, para evitar daño al circuito del termo tanque.</p> <p>Si no existe válvula anticongelante, observe si hay otra protección contra el congelamiento del fluido en tuberías, como algún sistema de recirculación, automático o manual.</p> <p>Considere que la protección contra congelamiento solo se requiere si el equipo está en zonas donde la temperatura ambiente llega a estar por debajo de 5°C.</p>
Comentarios adicionales	<p>Especifique algunos otros aspectos que haya encontrado en el sistema de seguridad de los equipos de almacenamiento, como el estado de los componentes, su ubicación, accesibilidad, señalización, si se cuenta con alguna válvula de drenado, existencia de fugas, algunas recomendaciones, etc.</p>

Sección 5.3 SISTEMA DE BOMBEO DE ALMACENAMIENTO

Especifique cuántas bombas hay en el circuito auxiliar (es decir, el del almacenamiento térmico) y, para cada una de las bombas instaladas, proporcione la información indicada en la tabla siguiente:

Campo de la lista	Información esperada
Tipo de bomba	<p>Por ejemplo, axial, horizontal, vertical, de recirculación, centrífuga, de engranes, de turbina, de desplazamiento positivo, electromagnética, etc.</p>
Marca y modelo	<p>Indicados por el fabricante</p>
Capacidad	<p>Indique la capacidad declarada por el fabricante, generalmente se encuentra en la placa de especificaciones del equipo, como potencia del motor (kW, o HP), o caudal nominal (lpm, o m³/h).</p>
Voltaje/Amperaje	<p>Indique el voltaje/amperaje declarado por el fabricante. En caso de que lo mida con el multímetro y el amperímetro, indique que es una medición.</p>
Sistema de bypass (mantenimiento)	<p>Este sistema puede ser sustituido cuando se tienen bombas en paralelo para los momentos de reparación o mantenimiento. Indique si no tiene bypass, pero sí respaldo de bombeo.</p> <p>Considere que puede haber solo una bomba instalada y se requiere dejar de operar el equipo para darle mantenimiento.</p>

Campo de la lista	Información esperada
Sistema automático de operación	Aquí se debe indicar cuándo se activa la bomba y si esto se realiza de manera manual o automática. En caso de ser automático, indicar cuáles son los criterios de encendido y apagado.

De preferencia, cancele las casillas que NO se hayan utilizado, trazando una línea a través de la casilla correspondiente.

Sección 5.4 CIRCUITO HIDRÁULICO DE ALMACENAMIENTO

Este circuito corresponde al formado entre el tanque de almacenamiento y el proceso industrial.

Verifique lo siguiente en el sistema de almacenamiento:

Campo de la lista	Información esperada
¿Presenta alguna fuga?	Si la respuesta es afirmativa, especifique en la sección de comentarios adicionales el lugar y la consecuencia de la(s) fuga(s).
¿Presenta algún golpe?	Si la respuesta es afirmativa, especifique en la sección de comentarios adicionales el lugar del(los) golpe(s).
¿Cuenta con alguna válvula de drenado?	Especifique si cuenta con válvula de drenado, en caso contrario, indique las posibles repercusiones en la sección de comentarios adicionales.
¿Cuenta con una placa de identificación y de características?	La placa debe ser visible o legible, revise que contenga toda la información necesaria y si no indique, en la sección de comentarios adicionales, qué falta.
¿La entrada de agua fría está en la parte inferior del termo tanque?	Compruebe si es así y si está señalizado.
¿La salida de agua caliente está en la parte superior del termo tanque?	Compruebe si es así y si está señalizado.
En cada tubería de entrada y salida de agua ¿se instaló una válvula de cierre?	Verifique las válvulas de cierre, en caso de que no existan, pregunte al operador cómo es que se controla la admisión o extracción del fluido y anótelo en la sección de comentarios adicionales.
¿Cuenta con un sistema de alivio de presión?	Verifique el sistema de alivio de presión, en caso de que no exista, pregunte al operador con qué mecanismo de seguridad se cuenta para evitar la sobrepresión del sistema.

Campo de la lista	Información esperada
¿Cuenta con una base de soporte?	Verifique la base de soporte, y revise que esté aislada del termo tanque para evitar la pérdida de calor.
¿Presenta algún problema en el aislamiento o capas exteriores?	Especifique los hallazgos en la sección de comentarios adicionales.
¿Tiene indicador de nivel?	El indicador debe ser visible.
¿Tiene sistema automático de llenado?	Indique si cuenta con el sistema automático o en caso contrario cómo lo realiza la empresa.
¿Está diseñado para presión superior a la atmosférica?	De preferencia, verifique con alguna evidencia provista por la empresa.

Finalmente, en la sección de comentarios adicionales especifique todos los aspectos que haya encontrado en los equipos de almacenamiento térmico, como el estado de los componentes, su ubicación, accesibilidad, señalización, existencia de fugas, algunas recomendaciones, etc.

4.6 EQUIPOS AUXILIARES (SECCIÓN 6 DE LA LISTA DE VERIFICACIÓN)

Identifique que los equipos auxiliares correspondan a lo especificado en la lista y diagrama de equipos auxiliares entregada por la empresa que instaló el equipo. En caso de ser parte original de la empresa, solicitar el diagrama de conexiones y verificar que estén interconectados al campo solar de forma automática, si es que así se requirió.

Si no existiera ningún equipo auxiliar, o no le dieran acceso a estos, cancele completamente la sección 6 de la lista de verificación, trazando una línea a través de las casillas correspondientes, y siga con la sección 7 Mantenimiento y seguridad.

En caso de que no se cuente con el dato para llenar un campo específico, favor de escribir "no disponible".

Seguir el orden de la lista de verificación que se describe a continuación, para cada uno de los equipos auxiliares (caldera, boiler, etc.):

Campo de la lista	Información esperada
Identificación	Especifique la información que presente la etiqueta del equipo auxiliar, como número de serie, identificación de la empresa, etc. Si no cuenta con ninguna especificación, anote "Sin identificación".
Tipo	Indique qué tipo de equipo es: caldera, boiler, etc.

Campo de la lista	Información esperada
Marca y modelo	Indicados por el fabricante.
Configuración	Indique la configuración, es decir si está en serie o en paralelo.
Fluido de operación	Especifique si el fluido de operación que usa el equipo auxiliar es agua, vapor, aceite, o una mezcla.
Capacidad	Especifique la capacidad del equipo auxiliar, de acuerdo a lo indicado por el fabricante o la información de placa.
Potencia	Indique la potencia del equipo.
Presión de operación	Especifique la presión de operación nominal del equipo. Considere que esta información se encuentra en la placa del fabricante.
Temperatura de trabajo	Especifique la temperatura a la que trabaja el equipo. Considere que es la temperatura de operación promedio. Si el operario no cuenta con este dato, puede medir la temperatura en el equipo auxiliar con el termómetro digital y reportar este valor, puntualizando que fue medido.
Automático o manual	Especifique si el equipo trabaja de manera manual o automática y explique.
Tipo de combustible	Especifique qué tipo de combustible usa el equipo.
Tiempo de operación promedio	Especifique el tiempo en que opera el equipo al día en horas.
Aislamiento (material)	Especifique el material de aislamiento térmico. Si tiene alguna cubierta, también indique este material.
Espesor	Especifique el espesor del material usado para lograr el aislamiento térmico, para medirlo use el calibrador (vernier). Considere que no siempre se podrá visualizar el espesor del aislamiento. Si tiene alguna cubierta indique su espesor, medido con el calibrador (vernier), si es posible.
¿Incluye sistema para estratificación?	Indique si el equipo auxiliar cuenta con un sistema de estratificación.
¿Tiene circuitos de bypass para medición o mantenimiento?	Este sistema puede ser sustituido cuando se tienen equipos auxiliares en paralelo para los momentos de reparación o mantenimiento. Indique si no tiene bypass, pero sí respaldo del equipo auxiliar. Considere que puede haber solo un equipo auxiliar instalado y se requiere dejar de operar el equipo para darle mantenimiento.

Sección 6.1 INSTRUMENTACIÓN EN EQUIPOS AUXILIARES

El objetivo de la instrumentación es monitorear y cuantificar el grado de automatización con que cuenta el equipo de auxiliar, monitoreando los principales parámetros de operación, como es la temperatura, presión y flujo.

Campo de la lista	Información esperada
Presión	Busque los instrumentos que miden presión, pueden ser sensores, transmisores, medidores analógicos, o manómetros de carátula con visualización. Especifique el tipo de instrumento que se utiliza para medir la presión de los equipos auxiliares. Escriba las unidades e intervalo de medición de los instrumentos de medida de presión (bar, psi, kg/cm ²). Considere que deben ser acordes con la presión de operación del equipo.
Temperatura	Identifique los instrumentos de medición de temperatura, pueden ser sensores, transmisores, medidores analógicos, o de carátula. Considere que el instrumento de medida de temperatura debe ser acorde con el tipo de fluido que está midiendo (vapor, agua caliente, aceite térmico, etc.) Especifique el tipo de instrumento de medida de temperatura (termopares, termistores, RTD, etc.), así como el intervalo de medición de temperatura.
Flujo	Busque los instrumentos para medir caudal o flujo, generalmente volumétrico, pueden ser sensores que envían una señal a un sistema de adquisición o medidores de carátula. Considere que el medidor de flujo puede estar a la entrada o salida del equipo. Especifique el tipo de instrumento y su intervalo de operación (l/min, l/h, m ³ /h, etc.)

Sección 6.2 VÁLVULAS DE SEGURIDAD

Es importante verificar que los equipos auxiliares cuenten con dispositivos confiables de monitoreo y seguridad, y que soporten las condiciones de operación, lo que incluye la sobrepresión o estancamiento.

Campo de la lista	Información esperada
Válvula de alivio de presión	Considere que las válvulas de alivio de presión, también llamadas de seguridad, son dispositivos automáticos cuya función es permitir que escape cualquier exceso de presión generado dentro del sistema antes que dicha sobrepresión ponga en riesgo al personal, instalaciones o equipo. Debe asegurarse que realmente cumplan el objetivo de evitar sobrepresiones en el sistema auxiliar, es decir, que estén calibradas de acuerdo a la presión de operación del equipo.

Campo de la lista	Información esperada
	Otro aspecto importante es que las válvulas estén correctamente instaladas, de manera que el desfogue del fluido sea en dirección hacia el suelo o en dirección contraria al paso de personal para que no lo ponga en riesgo al momento de activarse. Finalmente, se debe revisar que la válvula de alivio de presión siempre esté operativa, es decir, que no pueda ser clausurada o sacada de proceso.
Válvula de aireación	Este es un dispositivo para la expulsión de gases en líquidos. Generalmente se encuentra en las partes más altas de las tuberías, donde hay giros. Considere que la válvula de aireación debe estar libre de obstáculos y seleccionada de acuerdo a las condiciones de operación del circuito o equipo.
Válvula anticongelante	Esta válvula se activa si la temperatura del fluido es muy baja, para evitar daño al equipo auxiliar. Si no existe válvula anticongelante, observe si hay otra protección contra el congelamiento del fluido en tuberías, como algún sistema de recirculación, automático o manual. Considere que la protección contra congelamiento solo se requiere si el equipo está en zonas donde la temperatura ambiente llega a estar por debajo de 5°C.
Válvula de drenado	Considere que, si utiliza agua cruda, puede haber sedimentación y requiere una válvula de drenado para evitar acumulación. Se encuentra normalmente en la parte inferior del equipo.

Sección 6.3 SISTEMA DE BOMBEO EN EQUIPOS AUXILIARES

Especifique cuántas bombas hay en el circuito de los equipos auxiliares y, para cada una de las bombas instaladas, proporcione la información indicada en la tabla siguiente:

Campo de la lista	Información esperada
Tipo de bomba	Por ejemplo, axial, horizontal, vertical, de recirculación, centrífuga, de engranes, de turbina, de desplazamiento positivo, electromagnética, etc.
Marca y modelo	Indicados por el fabricante.
Capacidad	Indique la capacidad declarada por el fabricante, generalmente se encuentra en la placa de especificaciones del equipo, como potencia del motor (kW, o HP), o caudal nominal (lpm, o m ³ /h).

Campo de la lista	Información esperada
Voltaje/Amperaje	Indique el voltaje/amperaje declarado por el fabricante. En caso de que lo mida con el multímetro y el amperímetro, indique que es una medición.
Sistema de bypass (mantenimiento)	Este sistema puede ser sustituido cuando se tienen bombas en paralelo para los momentos de reparación o mantenimiento. Indique si no tiene bypass, pero sí respaldo de bombeo. Considere que puede haber solo una bomba instalada y se requiere dejar de operar el equipo para darle mantenimiento.
Sistema automático de operación	Aquí se debe indicar cuándo se activa la bomba y si esto se realiza de manera manual o automática. En caso de ser automático, indicar cuáles son los criterios de encendido y apagado.

De preferencia, cancele las casillas que NO se hayan utilizado, trazando una línea a través de la casilla correspondiente. Finalmente, en la sección de comentarios adicionales especifique todos los aspectos que haya encontrado en los equipos auxiliares, como el estado de los componentes, su ubicación, accesibilidad, señalización, existencia de fugas, algunas recomendaciones, etc.

4.7 MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD (SECCIÓN 7 DE LA LISTA DE VERIFICACIÓN)

El objetivo de esta sección es recabar información sobre el tipo de mantenimiento realizado a la planta solar, las averías comunes en los diferentes componentes que integran la planta y también respecto al tipo de limpieza de las superficies reflectoras y de captación de los colectores solares. Complementariamente, se recaba información respecto a la señalización de seguridad en los sectores de mayor riesgo de la planta solar. Junto con el encargado de la planta solar confirmar si existe un programa de mantenimiento preventivo o correctivo.

Si no existiera ningún programa de mantenimiento, cancele completamente la sección 7 de la lista de verificación, trazando una línea a través de las casillas correspondientes, y finalice la visita.

En caso de que no se cuente con el dato para llenar un campo específico, favor de escribir "no disponible".

Campo de la lista	Información esperada
Especifique el tipo de mantenimiento que tiene la empresa	Seleccione el tipo de mantenimiento. Si no cuenta con información anote al lado "Sin dato" y omita llenar las secciones: 7.1, 7.2 y 7.3.

Sección 7.1 TÉCNICA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO APLICADA

Indique qué técnicas de mantenimiento predictivo se usan, en caso de utilizar una técnica diferente a las mencionadas, indicarlas en la sección de "Otras":

Campo de la lista	Información esperada
Termografía	Marque si la empresa aplica termografía para identificar puntos calientes en el campo de colectores, termo tanques, intercambiadores de calor, etc.
Análisis de vibraciones	Marque si la empresa hace análisis de vibraciones para los equipos rotativos.
Boroscopía	Marque si la empresa aplica boroscopía para identificar alguna fuga o mal funcionamiento en puntos inaccesibles a la vista y requieren un equipo óptico para esta actividad.
Ultrasonido	Marque si la empresa aplica ultrasonido para detectar fugas de fluido, para detectar fallos en sistemas rotativos (bombas), pérdidas de vacío, etc.
Análisis de aceite	Marque si la empresa realiza análisis de aceite para determinar el grado de lubricación de equipos que así lo requieran.
Otras	Explique qué otras técnicas aplica para el mantenimiento predictivo.

Sección 7.2 PERIODO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Con apoyo del personal responsable del sistema de calentamiento solar, especifique el periodo en el que realizan el mantenimiento predictivo al sistema termosolar y cómo se definió ese periodo.

Sección 7.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO. AVERÍAS COMUNES

Con apoyo del personal responsable del sistema de calentamiento solar, especifique si la empresa ha realizado mantenimiento correctivo ante averías comunes en los equipos mostrados en la lista y especifique cómo fueron solucionadas, en la sección de comentarios generales:

- Tuberías. Conexiones y válvulas
- Intercambiadores de calor
- Colectores solares
- Sistema eléctrico
- Sistema de almacenamiento
- Sistema hidráulico
- Estructura de soporte de los colectores
- Otros (especifique)

Sección 7.4 LIMPIEZA EN REFLECTORES Y SUPERFICIE DE CAPTACIÓN

Con apoyo del personal responsable del sistema de calentamiento solar, especifique qué técnica y periodo de limpieza es usada para los reflectores y/o superficies de captación. Indique la efectividad de la técnica, de acuerdo a su apreciación (observe si la superficie se ve limpia, tiene sedimentos, calcificaciones, etc.), en la sección de comentarios adicionales.

- Lavado manual
- Lavado con vapor
- Uso de agua desmineralizada
- Uso de aditivos o detergentes
- Lavado con agua a presión
- Utensilio de limpieza (cepillos, esponjas, paños...)

Sección 7.5 SEGURIDAD

Es importante recalcar que la persona que utilice la lista de verificación en “campo” debe seguir las medidas de seguridad que dicta la empresa que se visita, además de portar su equipo de protección personal para el tipo de instalación a visitar, ya sea a nivel de piso o en alturas.

Verifique si hay señalamientos de seguridad en el sistema de calentamiento solar (campo de colectores, tuberías, área de equipos auxiliares, almacenamiento, etc.) e indique qué tipo de señalamientos han sido omitidos y se requieren.

Indique si el personal que labora en el campo solar utiliza equipo de protección personal, como lentes de seguridad, casco, botas, manga larga, guantes, etc., cuando así lo requiere el proceso.

Durante la verificación a la planta termosolar es recomendable NO TOCAR los componentes del campo solar, ni mover las válvulas de los equipos, solicitar apoyo del personal encargado de la operación del campo solar para ingresar al campo de colectores, al área de sistemas auxiliares, así como a los tanques de almacenamiento e intercambiadores de calor, en caso de cualquier duda con respecto a la seguridad, debe preguntar al encargado del sistema de calentamiento solar.



¿CÓMO REPORTAR LOS RESULTADOS DE LA VERIFICACIÓN?

Esta guía solo aplica para la verificación de sistemas de calentamiento solar para procesos industriales.

El reporte deberá presentarse en forma de resumen con el formato de esta guía y se complementará con la lista de verificación para sistemas de calentamiento solar, donde se deberán incluir fotografías y observaciones de los hallazgos, así como los planos y diagramas recibidos previo a la visita a sitio.

Adicionalmente, recuerde llenar el formato con un medio permanente (no lápiz) y especificar los datos del responsable de la verificación.

05